

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИОНИТОВ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.503

Петухова Ю.Н.

студентка 4 курса

кафедры мембранной технологии факультета цифровых технологий и химического инжиниринга,

Российский Химико-Технологический университет им. Д.И. Менделеева, Российская Федерация

Кисель А.В.

магистрант 1 курса

кафедры процессов и аппаратов химической

технологии факультета цифровых технологий и химического инжиниринга, Российский Химико-Технологический университет им. Д.И. Менделеева,

Российская Федерация

Ильина С.И.

доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии,

доцент кафедры мембранной технологии, кандидат технических наук,

Российский Химико-Технологический университет им. Д.И. Менделеева, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

В статье проведен краткий обзор применения ионообменных материалов в химической технологии. Рассмотрены перспективы развития получения таких материалов с улучшенными свойствами.

ABSTARCT

The article provides a brief overview of the use of ionites in chemical technology. The prospects for the development of obtaining such materials with improved properties are considered.

Ключевые слова: иониты, ионообменные материалы, разделение растворов

Keywords: ionites, ion-exchange materials, separation of solutions

Любые отрасли народного хозяйства так или иначе связаны химическими технологиями. Это обусловлено тем, что для любого производства (да и в быту) необходимы водоподготовка, водоочистка, разделение или смешение различных веществ. Поэтому химия – это важный предмет, который начинают изучать еще в школе, и основы которого должен знать любой человек. И одной из основных реакций, изучаемых в курсе химии, является реакция ионного обмена. В школьной программе к ним относят реакции между растворами электролитов, в результате которых они обмениваются своими ионами. Однако сюда надо добавить ещё одну группу веществ, которые можно рассматривать как твёрдые электролиты, – иониты. Ионитами обычно называют, как правило, твердые, практически нерастворимые вещества и материалы, способные обменивать свои ионы на эквивалентное количество ионов того же заряда из окружающего раствора. И в этом случае ионный обмен – обратимый процесс стехиометрического обмена ионами между двумя контактирующими фазами. Обычно одной из фаз является раствор электролита, а другой ионит. Как уже было замечено ранее условно ионит можно представить как твердый электролит, неподвижный каркас которого представляет одну его часть, а подвижные противоионы – другую.

После выработки ионитом рабочего ресурса, в некоторых случаях проводится его регенерация. Применение ионитов довольно широко и во многом

определяется материалом каркаса. Как и все вещества, материал иониты бывают неорганические и органические, а также их можно разделить на природного происхождения и синтетические. Наиболее широкое применение получили синтетические полимерные ионообменные материалы, часто называемые ионообменными смолами. Такие материалы устойчивы в широком диапазоне pH, что позволяет их без проблем регенерировать кислотами и щелочами. Одной из областей использования ионообменных смол является очистка воды от неорганических примесей. Примерами являются умягчения воды (замещение ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} ионами Na^{+}), а также проведение процесса деионизации (замещение всех примесей ионов на ионы H^{+} и OH^{-}).

Также, эта технология применима к очистке сточных вод промышленных предприятий. Это позволяет сократить выброс загрязняющих веществ в окружающую среду. В классических системах очистки сточных вод [1] можно отметить такие схемы использования ионита, как: прямая фильтрация сточных вод, финишная очистка сточных вод, рециркуляция воды, рециркуляция технологических потоков. Отдельно следует рассмотреть возможность использования ионообменных смол в схемах с рециркуляцией технологических потоков. Эти схемы могут быть использованы в тех случаях, когда сточные воды производства содержат большое количество

исходных компонентов, необходимых для проведения процесса. При прохождении через ионообменную смолу происходит отделение раствора от загрязняющих компонентов, при этом очищенный раствор с исходным компонентом может быть заново использован в производстве. При этом становится возможным избежать сброса реагента в окружающую среду.

Органическая природа матрицы ионита позволяет использовать этот материал в качестве сорбента для очистки растворов от органических примесей. Эта технология нашла широкое применение в пищевой промышленности.

Способность ионитов сорбировать на своей поверхности органические вещества позволяет использовать зерна ионита в качестве катализаторов для получения новых веществ. Эта технология является относительно новой, однако имеющиеся результаты испытаний позволяют считать ее перспективной и многообещающей.

Отдельно следует рассмотреть метод ионообменной хроматографии [2]. В результате электростатического взаимодействия разноименно заряженных ионов происходит задержание молекул веществ подвижной фазы (элюента), например, раствора минеральных веществ в неподвижной фазе (сорбенте). Ионит выступает в качестве столба неподвижной фазы. В результате происходит разделение ионов по высоте столба ионообменной смолы.

На сегодняшний день этот метод активно развивается, что находит отражение в разработке новых типов неподвижных фаз, поиске различных способов модифицирования поверхности сорбентов и создании новых, более высокоэффективных и селективных ионообменников, чем их предшественники. Развития метода, прежде всего, направлено на повышение чувствительности анализа, улучшение селективности ионообменников, а также увеличение эффективности и экспрессности метода, что даёт высокие перспективы для расширения применения ионной хроматографии для решения всё более сложных аналитических задач в области фармацевтики, экологии, пищевой промышленности, медицины и других смежных с ними областях.

В соответствии с этим актуальной задачей ионной хроматографии на современном этапе является выявление новых подходов к созданию усовершенствованного типа материалов, совмещающих в себе достоинства ранее известных классов ионообменников. Характеристики материалов, такие как механические и массообменные, должны определяться, прежде всего, прочным широкопористым минеральным каркасом основы-носителя, а ионообменные же — природой прикреплённых функциональных групп.

В настоящее время широко распространены сорбенты с поверхностно-привитым функциональным слоем, имеющие т.н. пелликулярную структуру. Применение именно такого типа ионообменников связано, в первую

очередь, с тем, что диффузия компонентов в тонком слое на поверхности ядра матрицы, происходит с очень высокой скоростью. Это в конечном результате приводит к высокой эффективности и обеспечивает экспрессное определение [3].

Пелликулярную структуру в ИХ имеют общеизвестные полиэлектролитные анионообменники (ПЭА). Получают их закреплением ионообменного слоя за счёт электростатических взаимодействий между четвертичными аммониевыми группами водорастворимых полимеров и отрицательно заряженными группами на поверхности матрицы - сульфосиликагеля. Их достоинствами является: высокая эффективность, хорошая селективность, простота и воспроизводимость синтеза. Но применение их всё же ограничивает невысокая стабильность в процессе работы. Для устранения этого недостатка необходимо выявление ряда факторов, увеличивающих срок службы колонок с ПЭА, или же поиск новых путей для синтеза более стабильных поверхностно-модифицированных полимерами ионообменников.

Получение новых сорбентов нужно рассматривать как более перспективную альтернативу всем известным ранее видам, улучшив все хроматографические свойства, обуславливающие их успешное применение: эффективность колонок, селективность и стабильность в эксплуатации.

Стоит отметить, что в своей статье мы рассматривали только ионообменные смолы, т.е. синтетические органические полимерные материалы. Однако, как ранее было отмечено, иониты могут быть и неорганического происхождения.

В технологиях в основном применяют неорганические иониты природного происхождения (в основном - алюмосиликаты) без последующий их регенерации. Синтетические неорганические иониты (пермутиты) не нашли широкого применения. Но в последнее время стали разрабатывать новые виды ионообменников на основе соединений кремния. Путь к получению таких материалов лежит через модифицирование поверхности неорганических веществ органическими соединениями, имеющими ионообменные функциональные группы.

К достоинствам неорганических ионообменников можно перечислить ненабухаемость в растворителях, термостабильность, механическую прочность и радиационную устойчивость. В общем случае можно также выделить их более высокие массообменные характеристики, которые хорошо проявляются при сопоставлении сорбционных свойств мезо- и крупнопористых минеральных веществ и органических сорбентов гелевой структуры. Вместе с тем, некоторые марки неорганических ионообменников обладают уникальными каталитическими свойствами [4].

В качестве основы возможен выбор силикагеля, что вызвано отсутствием

неионообменных взаимодействий между матрицей и поляризуемыми ионами. Такая особенность этого материала обеспечивает получение ионообменников с более высокой эффективностью по сравнению с ионообменниками на полимерных носителях. В то же время нельзя забывать о том, что ионообменники на основе силикагеля можно использовать только в диапазоне $\text{pH} = 2 \div 10$. Если рассматривать применение таких ионообменных материалов в хроматографии, то они могут быть использованы только в одноколоночном варианте [5].

Однако перспектива разработки принципиально новых материалов даёт более широкую возможность применения ионного обмена, а также создание новых технологий в разделении растворов.

Список литературы

1. Нойман Штефан. Применение ионообменных смол для водоподготовки и очистки

УДК: 621.391

ГРНТИ: 28.21.15, 28.29.03

сточных вод промышленных предприятий - 2011 г. // Вода: химия и экология, - № 5 стр. 40-45.

2. Смирнова Е.Е., Кисель А.В., «Ионообменная хроматография. Общие сведения и понятия» - 2019 г. // Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ», № 3 (12) Т.3, - С. 80 – 89.

3. Pohl C.A. Recent Developments in Ion-Exchange Columns for Ion Chromatography // LC-GC Eur. 2013. V. 31. P. 16–22.

4. Кольцов С. И., Алесковский В. Б. Силикагель. его строение и химические свойства. Госхимиздат, Л., 1963.

5. Методы получения высокоэффективных неподвижных фаз для анионообменной хроматографии / А. В. Затираха, А.С. Ужель, А.Д. Смоленков, О.А. Шпигун // Вестник Московского университета. Сер. 2, Химия. - 2018. - Т. 59, № 1. - С. 3-19

CONTROL OF THE DYNAMICS OF A COMPLEX SYSTEM

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.498](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.5.69.498)

Ismailov Bahram Israfil

*PhD, docent, Department of Instrumentation Engineering,
Azerbaijan State Oil and Industry University,
Baku, Azerbaijan Republic,
orcid.org/0000-0002-5815-1253*

УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИКОЙ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ

Исмаилов Бахрам Исрафил

*К.т.н., доцент кафедры “Приборостроительная Инженерия”,
Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,
Баку, Азербайджанская Республика.*

ABSTRACT

The article is devoted to the analysis and control of the development of dynamic processes in multidimensional chaotic systems. The research scheme is presented and the rationale for the methods used is given. According to the research algorithm, on the example of interactions of a system consisting of interconnected objects, the features of controlling their dynamics in the framework of the Open System are shown. The results of analytical and numerical modeling of the system behavior during interaction in the interference field and the possibility of controlling its dynamics are presented in graphical form. As an example, in the identified areas of interest of the researcher, the results of calculations of informative parameters, such as Poincare diagrams, Tsallis entropy, Lyapunov exponents, stability indices, fractal dimension are shown. The main informational and dynamic characteristics of the process under study allow us to visually evaluate its behavior and choose an impact control strategy that is satisfactory to the researcher.

АННОТАЦИЯ

Предлагаемая вниманию статья посвящена вопросам анализа и управления развитием динамических процессов в многомерных хаотических системах. Представлена схема исследований и дано обоснование используемых методов. Согласно алгоритму исследования, на примере взаимодействий системы, состоящей из взаимосвязанных объектов показаны особенности управления их динамикой в рамках Открытой Системы. В графической форме представлены результаты аналитико-численного моделирования поведения системы при взаимодействии в поле помех и возможности управления её динамикой. В качестве примера, в выделенных областях интереса исследователя, показаны результаты вычислений информативных параметров, таких как диаграммы Пуанкаре, энтропия Цаллиса, показатели Ляпунова, показатели стабильности, фрактальная размерность. Основные информационные и динамические характеристики исследуемого процесса позволяют нам визуально оценить его поведение и выбрать удовлетворяющую исследователя стратегию управления воздействием.